



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH SKLADU VE STROJÍRENSKÉM PODNIKU

PROPOSAL WAREHOUSE IN ENGINEERING COMPANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Rada

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Tomáš Rada**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Marek Štroner, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh skladu ve strojírenském podniku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést rozbor a inventarizaci manipulačních prostředků ve skladě. Na základě tohoto rozboru řešit dispozici vlastního skladu pro navrhovanou součást. V případě volné kapacity řešit variantní řešení a technicko ekonomické zhodnocení.

Cíle bakalářské práce:

1. Úvod do problematiky skladování.
2. Volba manipulační jednotky.
3. Kapacitní propočet skladu.
4. Rozbor a dispoziční variantní řešení skladu.
5. Technicko–ekonomické zhodnocení variant.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989. 150 s.

ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

RADA Tomáš: Návrh skladu ve strojírenském podniku.

Bakalářská práce se zabývá návrhem skladu plechů ve strojírenském podniku. Nejprve byla provedena rešerše problematiky skladování a řízení zásob. Následně byl realizován výpočet skladové kapacity a návrh dispozičního řešení skladu. Byly navrženy 2 varianty řešení: konzolový regál a automatický vertikální zakladač, pro které byla zpracována výkresová dokumentace. V závěru práce byly obě varianty skladu porovnány a zhodnoceny z hlediska pořizovacích nákladů a technických možností a výhod.

Klíčová slova: sklad, logistika, plech, regály, manipulace

ABSTRACT

RADA Tomáš: Proposal warehouse in engineering company.

The bachelor thesis is dealing with a proposal metal sheet warehouse in an engineering company. At first a research of storage and supply management has been carried. After that a storage capacity has been calculated and a warehouse layout solution has been proposed. Two variants of the solution have been proposed: cantilever racks and an automated vertical storage system, each with a layout drawing. Both variants have been evaluated and compared in terms of purchase costs and technical possibilities and advantages.

Keywords: warehouse, logistics, sheet metal, racks, manipulation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RADA, Tomáš. *Návrh skladu ve strojírenském podniku*. Brno, 2018. 30s, 2 výkresy, CD. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce Ing. Marek Štroner, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V dne 25.5.2018

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Marku Štronerovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

Děkuji také pánům Josefu Michalovi a Ing. Jiřímu Kolouchovi z firmy AGADOS, spol. s.r.o. za poskytnutí potřebných údajů a možnost nahlédnout do skladovacích prostorů.

Děkuji také technickému oddělení společnosti Baumalog Sp. z o.o. za poskytnutí konzultací při zpracování práce.

V neposlední řadě bych také rád poděkoval své rodině za jejich důvěru a nesmírnou podporu při studiu.

OBSAH

Zadání

Abstrakt

Bibliografická citace

Čestné prohlášení

Poděkování

Obsah

ÚVOD	9
1 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ	10
1.1 Funkce skladu	10
1.2 Řízení zásob	11
1.3 ABC analýza	11
2 NÁVRH A KAPACITNÍ PROPOČET SKLADU	13
2.1 Výpočet skladové kapacity	14
2.1.1 Výpočet skladovacího normativu v hmotnostním vyjádření	15
2.1.2 Výpočet pomocí modelu konstantního množství a variabilního intervalu doplňování zásob	17
2.2 Návrh dispozičního řešení skladu: varianta A – konzolové regály	21
2.3 Návrh dispozičního řešení skladu: varianta B – automatický vertikální zakladač	23
3 TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	26
3.1 Technické zhodnocení	26
3.2 Ekonomické zhodnocení	29
4 ZÁVĚRY	30

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých symbolů a zkratk

Seznam obrázků

Seznam tabulek

Seznam výkresů

ÚVOD [1], [2]

Skladování je neodmyslitelnou součástí všech logistických systémů. Každá firma, ať už skladuje polotovary, meziprodukty či hotové výrobky, se musí zabývat zvolením efektivní strategie, výběrem vhodné technologie a jejím optimálním dispozičním řešením.

V současné době získává toto odvětví logistiky čím dál tím větší pozornost, jelikož si podniky začaly uvědomovat jeho přímou návaznost na další procesy, jako např. manipulace s materiálem, doprava a informační tok. Sklad tak v moderním pojetím není pouze místem uložení zboží, ale také místem pro překládání a rozdělování zboží, kompletaci zakázek, shromažďování informací a jejich přenos k dalším článkům logistického systému.

Neustále se zvyšující požadavky na skladování sebou přinesly potřebu vývoje novějších a efektivnějších metod a technologií. Dříve dostačující statické regálové systémy v současnosti nezvládají pokrýt nárůst výrobních kapacit a jsou v rámci trendu Průmysl 4.0 vytlačovány a nahrazovány moderními automatickými skladovacími systémy (obr. 1), které dokáží flexibilně reagovat na materiálový tok výrobními závody, kombinovat jej s tokem informací v reálném čase, snižovat časy a zvyšovat přesnost a efektivitu manipulačních operací a napomáhat tak maximalizaci produkce.



Obr. 1 Moderní automatický skladovací systém [3]

1 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ [1], [2]

Skladování je v moderním pojetí součástí procesu manipulace s materiálem a tvoří nedílnou součást všech logistických systémů. Logistiku definujeme jako „proces plánování, realizace a řízení efektivního, výkonného toku a skladování zboží, služeb a souvisejících informací z místa vzniku do místa spotřeby, jehož cílem je uspokojit požadavky zákazníků.“ Skladování pak lze definovat jako část logistického řetězce, která zajišťuje uskladnění materiálu a produktů v místě jejich vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby a zároveň poskytuje firemnímu managementu data týkající se podmínek, stavu, množství, typu a rozmístění skladovaných produktů.

1.1 Funkce skladů [1], [4]

S úrovní a kvalitou skladovacích procesů je pevně spojena úroveň zákaznického servisu. Flexibilní a inovativní přístup společností k zákaznickému servisu v současné době klade stále větší nároky na systém skladování, který v současné době nezahrnuje pouze bezpečné uložení zboží, ale také manipulační procesy s materiálem a tok informací v reálném čase. Každý sklad tak musí splňovat 3 základní funkce:

1) přesun výrobků:

- příjem zboží – fyzické vyložení z dopravního prostředku, kontrola stavu zboží a dokumentace, aktualizace databáze skladových zásob
- transfer a ukládání zboží – fyzický přesun a uskladnění výrobků ve skladu
- kompletace zboží dle objednávek – přeskupování, sdružování či rozdělování zboží dle požadavků zákazníka
- překládka zboží (cross-docking) – přemístění produktů z místa příjmu přímo na místo expedice
- expedice zboží – fyzické naložení na dopravní prostředek, kontrola zkompletované objednávky a odeslání k zákazníkovi

2) uskladnění výrobků:

- přechodné – zahrnuje pouze uskladnění produktů nezbytně nutných pro doplňování základních zásob
- časově omezené – zahrnuje uskladnění nadměrných zásob vzhledem k běžným potřebám = pojistné/nárazníkové zásoby, které slouží k uspokojení sezónní nebo kolísavé poptávky, uskladnění materiálu nakoupeného do zásoby z důvodu příznivých cen apod.

3) přenos informací:

- úzce spojen s fyzickým přesunem zboží, pro kvalitní řízení materiálového toku potřebuje management přesné informace o typu zásob, jejich množství, stavu či uložení
- v současné době se již omezuje použití papírových dokumentů, které se nahrazuje použitím elektronické výměny dat pomocí čárových kódů, elektronických čipů a podobných technologií

1.2 Řízení zásob [1], [2]

Problematika zásob je velmi důležitou součástí logistiky podniku. Při volbě vhodné strategie řízení zásob se musí brát v úvahu velké množství faktorů, z nichž některé se navzájem ovlivňují a některé jdou dokonce proti sobě, např. větší skladové zásoby znamenají lepší úroveň zákaznického servisu a efektivnější reakci na zvýšenou poptávku po zboží, na druhou stranu však představují zvýšené náklady na skladování (pořizovací cena regálového systému, zvýšená spotřeba energií, větší počet zaměstnanců na obsluhu skladu apod.). Obecně platí pravidlo: čím přesněji je podnik schopen plánovat výrobní procesy a odhadovat poptávku trhu, tím menší je množství zásob, které podnik musí udržovat na skladě. Z těchto důvodů je nutné pečlivě zvážit všechny proměnné a vlivy a zaměřit se při hledání strategie na optimalizaci řízení zásob, která v tomto případě nepředstavuje minimalizaci skladovacích nákladů, ale spíše nalezení výhodného kompromisu, docílení maximální návratnosti investic a zlepšení cash-flow celého podniku.

Důvodů, proč udržovat zásoby, je celá řada, např.:

- vyrovnávají poptávku a nabídku
- umožňují podniku šetřit díky rozsahu výroby (hromadné nákupy a množstevní slevy)
- chrání podnik před neočekávanými výkyvy v poptávce
- umožňují specializaci výroby
- představují „tlumič“ mezi kritickými místy v rámci distribuce

Vzhledem k povaze a účelu zásob rozdělujeme zásoby do následujících kategorií:

- běžné zásoby – množství zboží, které je potřebné pro pokrytí produkce či poptávky v podmínkách jistoty
- zásoby na cestě – zboží, které je v daný okamžik dopravováno z jedné lokality do druhé
- pojistné či vyrovnávací zásoby – množství zboží nad rámec běžné zásoby, které je udržováno ve skladu v případě nejistot v poptávce nebo intervalu doplňování zásob
- spekulativní zásoby – zásoby, které jsou na skladě drženy z jiného důvodu než uspokojování běžné poptávky, např. nákup většího množství materiálu, než výroba spotřebuje, kvůli získání množstevních slev nebo při prognóze nárůstu cen materiálu v budoucnu
- sezonní zásoby – zásoby, které jsou svým účelem blízké spekulativním zásobám, jejich cílem je nahromadění zboží před začátkem specifického období zvýšené poptávky, např. v potravinářském a oděvním průmyslu

Při stanovování optimální výše zásob a kapacity skladu se využívá mnoho různých metod a postupů, z nichž jednou z nejpoužívanějších a nejvýznamnějších je ABC analýza.

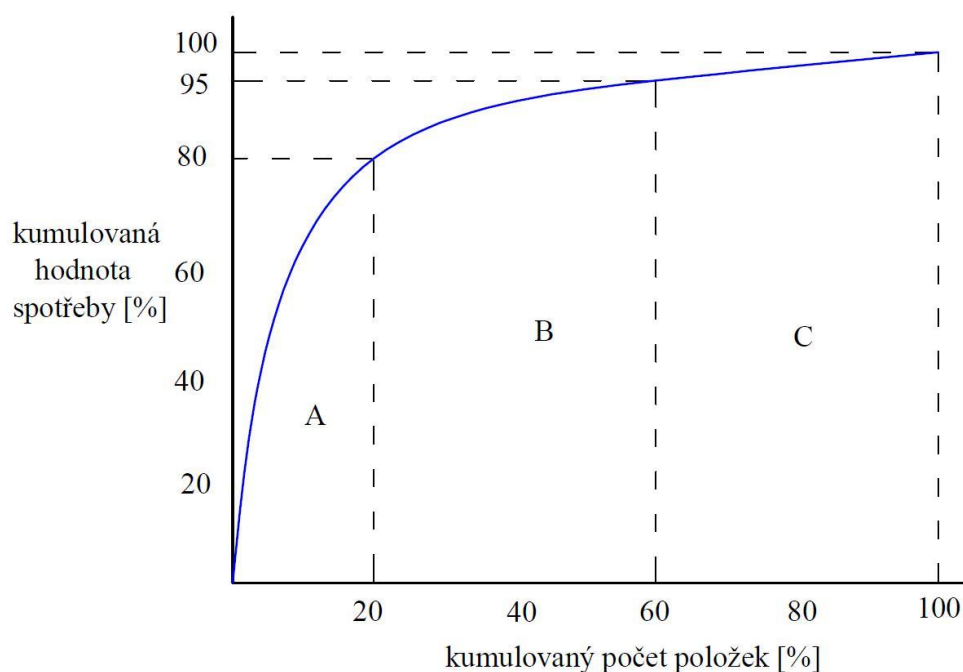
1.3 ABC analýza [1], [5], [6]

ABC analýza je efektivní logistický, strategický a marketingový nástroj, který se zabývá analýzou spektra výrobků, zásob, zákazníků či služeb za účelem kategorizace jednotlivých položek v závislosti na jejich důležitosti.

ABC analýza vychází z tzv. Paretova pravidla (pravidlo 80/20), které nám říká, že 80 % všech důsledků je způsobeno 20 % příčin. V oblasti skladových zásob to tedy znamená, že např. 20 % skladových položek generuje 80 % zisku firmy nebo 20 % skladových položek představuje 80 % objemu výroby. Princip analýzy spočívá v rozdělení veškerého skladového sortimentu do tří kategorií A, B a C (výjimečně i kategorie D) na základě hodnot sledovaného statistického znaku, kde:

- kategorie A – nejvýnosnější a nejpoužívanější skladové položky, představují cca 80 % firemního zisku či produkce, jejich skladování a manipulace musí být maximálně efektivní, kvůli značnému odbytu jsou jejich dodávky velmi časté
- kategorie B – středně důležité a využívané skladové položky, představují cca 15 % firemního zisku či produkce, na efektivitu jejich skladování a manipulace není kladen takový důraz, jako u položek kategorie A, vzhledem k nižšímu odbytu jsou jejich dodávky méně časté
- kategorie C – málo důležité a používané skladové položky, představují cca 5 % firemního zisku či produkce, jejich skladování a manipulace je nemusí být efektivní a je vždy podřízena kategoriím A a B, vzhledem k nízkému odbytu často leží skladová zásoba několik týdnů ladem a frekvence dodávek je velmi nízká
- kategorie D – skladové položky, které leží ve skladu déle než rok, popř. mají nulový odbyt

Grafické vyjádření podílu zisku či produkce jednotlivých kategorií na celkovém zisku či produkci znázorňuje tzv. Lorenzova křivka, viz obecný příklad na obr. 2.



Obr. 2 Lorenzova křivka [5]

2 NÁVRH A KAPACITNÍ PROPOČET SKLADU [7]

Výpočet kapacity a návrh skladu plechů bude proveden na základě reálných dat, která byla poskytnuta firmou AGADOS, spol. s.r.o. Společnost AGADOS je v současnosti největším výrobcem přívěsů v kategoriích O1 a O2 v České Republice a také jedním z předních evropských výrobců. Společnost byla založena v roce 1991 ve Velkém Meziříčí a jejími hlavními činnostmi jsou vývoj, výroba a prodej přívěsů.

V rámci modernizace a expanze svého výrobního závodu ve Velkém Meziříčí firma AGADOS plánuje výstavbu nové haly, kam má v plánu přesunout i sklad plechů, který je v současné době již zastaralý a nedostačující (obr. 3). Nová hala již byla naprojektována stavební firmou. Jedná se o rozměrově i tvarově atypický objekt (skládá se z obdélníkové části o rozměrech přibližně 29,5 x 11,5 m a k němu na boku připojeného čtvrtkruhového křídla), tudíž se mu sklad plechů bude muset dispozičně přizpůsobit.

Pro vypočtenou skladovou kapacitu budou navrženy 2 varianty řešení: varianta A – skladování plechů v konzolových regálech a varianta B – skladování plechů v automatickém vertikálním zakladači. V technicko-ekonomickém zhodnocení pak budou obě varianty vzájemně porovnány.



Obr. 3 Sklad plechů ve společnosti AGADOS

2.1 Výpočet skladové kapacity [1], [4], [6], [8], [9], [10], [11], [12], [13]

Návrh a výpočet kapacity skladu je složitý proces, při kterém je nutné vzít v úvahu velké množství faktorů – prostorové dispozice, lokalitu skladu, typ a způsob balení skladovaného zboží, koncepci výrobního závodu, materiálový tok, vztahy s dodavateli, finanční prostředky, sezónnost zboží, dostupnou manipulační techniku a mnoho dalších faktorů, tudíž je to velmi komplexní úkol vyžadující spolupráci celého týmu zaměstnanců z oddělení výroby, nákupu, managementu a logistiky.

Vstupní data pro kapacitní propočet skladu:

- formáty plechu – různé kombinace šířek od 1000 do 1500 mm a délek od 1550 do 3000 mm, konkrétně viz tabulka 1 níže
- maximální výška svazku plechů – 300 mm
- maximální hmotnost svazku plechů – 3000 kg
- manipulační zařízení – čelní vysokozdvizný vozík s nosností 3,5 tuny
- celková spotřeba plechů za rok 2017 – 1245 tun, spotřeba za rok 2017 pro jednotlivé formáty plechů je uvedena v tabulce 1 níže
- předpokládaný nárůst spotřeby – 25 % v průběhu následujících 5 let
- pracovní doba – dvousměnný 7,5hodinový provoz, 5 dní v týdnu (sezónně i soboty)
- dodávková lhůta pro zásobování – od několika dnů po několik týdnů, mění se v závislosti na aktuálních objednávkách a spotřebě materiálu
- pojistná zásoba – řešena mimo závod ve skladu dodavatele dle uzavřené rámcové smlouvy
- technologická zásoba – nahrazena využitím jiného formátu plechu v případě nedostatku zásob

Společnost AGADOS pracuje s přístřihy z černých plechů, konkrétně z následujících materiálů:

- DC01 (11 321, 1.0330)
 - tažná nízkouhlíková ocel, válcovaná za studena, $R_e = 280$ MPa (max.), $R_m = 270\div 410$ MPa (min./max.), $A = 28$ % (min.)
- S235JRC+N (11 375, 1.0122)
 - konstrukční ocel se zvláštní tvářitelností za studena, válcovaná za tepla, $R_e = 235$ MPa, $KV = 27$ kJ (při 20 °C), normalizačně žíhaná nebo válcovaná, $R_m = 360\div 510$ MPa (min./max.)
- S355MC (1.0976)
 - konstrukční ocel se zvláštní tvářitelností za studena, termomechanicky válcovaná, $R_e = 355$ MPa, $R_m = 430\div 550$ MPa (min./max.)

Tab. 1 Spotřeba jednotlivých formátů plechů za rok 2017.

Plechý DC01		Plechý S235JRC+N		Plechý S355MC	
Rozměry	Spotřeba za rok 2017 [kg]	Rozměry	Spotřeba za rok 2017 [kg]	Rozměry	Spotřeba za rok 2017 [kg]
0,8x1000x2000	1 780	3,0x1000x2000	88 494	4,0x1500x3000	12 684
0,8x1250x2500	2 868	3,0x1250x2500	109 548		
1,0x1000x2000	2 859	3,0x1500x1620	50 165		
1,5x1000x2000	4 244	3,0x1500x3000	23 106		
1,5x1500x1550	6 003	4,0x1000x2000	26 083		
1,5x1500x3000	5 662	4,0x1250x2000	64 785		
2,0x1000x2000	34 216	4,0x1250x2500	180 761		
2,0x1250x2500	25 094	4,0x1500x1630	33 825		
2,0x1500x1550	14 185	4,0x1500x2550	73 085		
2,0x1500x3000	17 062	4,0x1500x3000	98 356		
2,5x1100x2020	8 836	5,0x1000x2000	25 723		
2,5x1300x2520	29 424	5,0x1500x3000	2 755		
2,5x1500x1620	8 259	6,0x1000x2000	6 806		
2,5x1500x3000	29 434	8,0x1000x2000	6 694		
3,0x1250x2500	2 320				

2.1.1 Výpočet skladovacího normativu v hmotnostním vyjádření [1], [4], [13]

Základním postupem při navrhování kapacity skladu dle doporučené literatury Manipulace s materiálem (Hlavenka) je výpočet založený na denní spotřebě, dodávkové lhůtě a pojistné a technologické zásobě. Celková odhadovaná spotřeba jednotlivých druhů materiálu pro rok 2022 se určí pomocí vztahu:

$$Q_{si} = Q_{mi} \times (1 + Z), \quad [\text{kg}] \quad (2.1)$$

kde: Q_{si} – celková odhadovaná spotřeba daného materiálu pro rok 2022 [kg]

Q_{mi} – celková spotřeba daného materiálu za rok 2017 [kg]

Z – předpokládaný nárůst spotřeby během 5 let [-]

Denní odhadovaná spotřeba jednotlivých druhů materiálu pro rok 2022 se určí použitím vztahu:

$$q_{si} = \frac{Q_{si}}{250}, \quad [\text{kg} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (2.2)$$

kde: q_{si} – denní odhadovaná spotřeba daného materiálu pro rok 2022 [kg.den⁻¹]

Z výše uvedených veličin se pak skladované množství pro jednotlivé typy materiálu stanoví pomocí vztahu:

$$Q_i = \left(\frac{c}{2} + p_z + t_z \right) \times q_{si}, \quad [\text{kg}] \quad (2.3)$$

kde: Q_i – skladované množství daného materiálu [kg]

c – dodávková lhůta [den]

p_z – pojistná zásoba [den]

t_z – technologická zásoba [den]

Ve vztazích 2.2 a 2.3 platí, že denní spotřeba materiálu je určena prostým podílem celkové roční spotřeby a počtu pracovních dnů v roce a veličiny c , p_z a t_z jsou konstanty stanovené v závislosti na vztazích podnik-dodavatel a firemní logistické strategii. Právě kvůli těmto faktům nelze výše uvedený přístup k výpočtu skladové kapacity v mém konkrétním případě použít.

Prvním problémem, proč tento způsob nevede k adekvátním výsledkům, je absence pojistné a technologické zásoby v logistické strategii podniku. Pojistnou zásobu, jejímž účelem je pokrýt potřeby podniku v případě výpadku přísunu materiálu od dodavatelů, firma neřeší přímo ve svém výrobním závodě, ale právě skrze své dodavatele, se kterými má uzavřeny rámcové smlouvy, na základě kterých jsou dodavatelé povinni neustále udržovat ve svém skladu přesně stanovenou minimální zásobu od každého formátu plechu a v případě akutního nedostatku některého z přístřihů ve výrobě musí do 3 dnů dopravit daný materiál do závodu. Tyto situace však nastávají pouze výjimečně, firma se vždy snaží pečlivě sestavovat výrobní plány a s dostatečným předstihem objednávat formáty plechu, které budou v blízké době spotřebovány ve výrobě.

Technologickou zásobu, která je podmíněna technologickým postupem výroby a napomáhá plynulému toku materiálu závodem, firma nahrazuje použitím jiného formátu plechu ve výrobě při nedostatku určitého přístřihu. Tento postup je z hlediska výrobních nákladů neefektivní kvůli zvýšenému množství odpadu při stříhání, nutnosti operovat s nastavením strojů apod., na druhou stranu však absence technologické zásoby snižuje celkovou potřebnou kapacitu skladu a jeho pořizovací a provozní náklady. Při konzultaci této strategie s oddělením nákupu mi bylo sděleno, že firma již v minulosti vyhodnotila tuto strategii jako nejvýhodnější variantu, jelikož zbytky odstřiženého plechu dokáže využít na vystřihování malých dílů a součástek, které jsou nutné pro sestavení přívěsu. Firma tedy dokáže využít i plechový odpad při stříhání z atypických formátů plechu a nedochází tak k výrazným ztrátám zisku.

Obě výše zmíněné faktory vystupují ve vztahu 2.3 a pro kalkulovaný případ mají veličiny p_z a t_z hodnotu 0, čímž se vztah zjednodušuje na tvar:

$$Q_i = \frac{c}{2} \times q_i, \quad [\text{kg}] \quad (2.4)$$

kde skladovací kapacita závisí pouze na dodávkové lhůtě a průměrné denní spotřebě materiálu, z čehož vzniká problém. Představme si situaci, kdy denní spotřeba určitého materiálu je 500 kg a dodávková lhůta je 10 dní. Z těchto informací nám vyplývá, že dodávky na sklad mají 10denní interval a vždy obsahují $Q_i = c \times q_i = 10 \times 500 = 5000 \text{ kg}$ materiálu. S využitím vztahu 2.4 pro tento případ vychází skladová zásoba $Q_i = \frac{10}{2} \times 500 = 2500 \text{ kg}$, což je pouhá polovina kapacity, která je nutná pro uskladnění jedné dodávky od dodavatele. Polovinu přivezeného materiálu by tedy nebylo kam uskladnit, tudíž výpočet vůbec neodpovídá požadavkům a jeho výsledky jsou nepoužitelné.

Dalším vzniklým problémem je, že výroba a logistika ve společnosti AGADOS nefunguje čistě na základě principu tahu či tlaku, ale na kombinaci obou. Část produkce na principu tlaku je zaměřena na zásobování prodejců a velkoobchodů hotovými výrobky. Tyto dodávky „tlačí“ na prodejce a na trh, aby došlo k odbytu zboží a vytvořilo se tak místo pro další dodávku. Větší část firemní výroby však pracuje na principu tahu, kdy počátečním impulsem pro výrobu jsou objednávky od zákazníků, podle kterých se sestavuje výrobní plán a nakupuje potřebný materiál. Tímto způsobem tak trh „vytahuje“ z firmy hotové výrobky. Odhadem tento princip představuje přibližně 80 % produkce firmy, 20 % pak zbývá na systém tlaku. Z kombinace obou mechanismů a jejich vzájemného nepoměru pak vyplývá, že firma z větší části funguje na základě nepravidelné výroby.

Ve výše uvedeném vztahu 2.4 vystupuje průměrná denní spotřeba, kterou sice není problém určit, otázkou však je, zda toto zjednodušení dostatečně vystihuje skutečnost nebo se

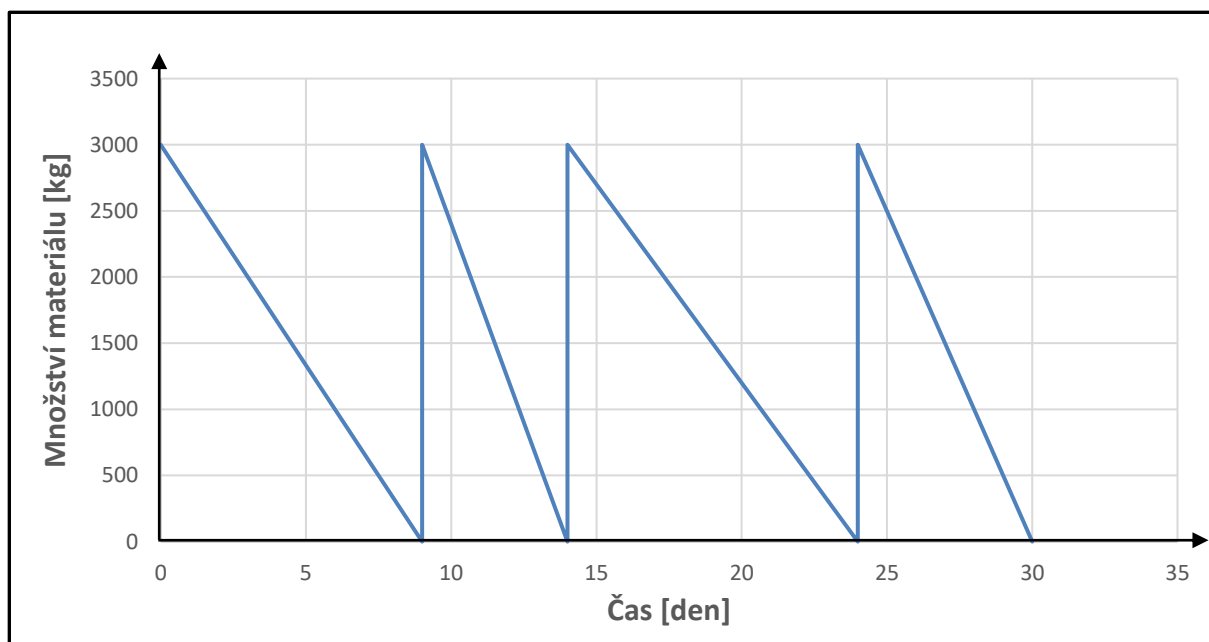
od ní výrazně liší. Při přezkoumání materiálového toku ve výrobě a vyhodnocení ABC analýzy bylo zjištěno, že některé formáty plechů jsou využívány každý den, jiné jednou týdně a některé dokonce např. jen jednou za dva měsíce, z čehož plyne, že u některých plechů je průměrná denní spotřeba velmi nepřesný ukazatel, jelikož jejich spotřeba je nepravidelná a nárazová. Z těchto informací mimo jiné také vyplývá, že dodávková lhůta, která vystupuje ve vzorci 2.4 jako konstanta, v tomto případě konstantní není a závisí na aktuálních zakázkách a poptávce trhu. Může tedy nastat i situace, že v jednom týdnu dojde ke spotřebě veškerých skladovaných zásob daného formátu, naveze se dodávka nová a během několika dalších měsíců může ležet zásoba plechů ve skladu nedotčená, jelikož z něj vzhledem k objednávkám zákazníků není potřeba vyrábět.

Na základě všech zmíněných faktů jsem usoudil, že uvedený přístup nevede k adekvátním výsledkům a je třeba najít způsob lépe vystihující strategii a potřeby podniku.

2.1.2 Výpočet pomocí modelu konstantního množství a variabilního intervalu doplňování zásob [1], [4], [6], [13], [14], [15], [16]

Východiskem pro hledání jiného přístupu k řešení kapacity skladu byl způsob řízení zásob ve společnosti AGADOS. Při konzultaci s oddělením nákupu mi bylo řečeno, že kontrolu stavu skladu a sestavování objednacích listů má na starosti vedoucí skladu. Je tedy pouze na jeho uvážení, zda je skladová zásoba ještě dostatečná či je nutné sepsat objednávku nového materiálu. Při tomto rozhodování musí brát v úvahu nejen aktuální zásobu na skladě, ale i plánovanou spotřebu ve výrobě v nejbližších dnech a materiál, který je již na cestě od dodavatele.

Intervaly objednávek jednotlivých typů plechů jsou ve firmě AGADOS nepravidelné a pokaždé se liší, tudíž se nedá použít přístup s pravidelnou dodávkou materiálu. Jelikož však oddělení nákupu objednává téměř vždy stejné množství daného formátu plechu, jen vždy po rozdílném časovém období, dá se tento konkrétní způsob materiálového toku považovat za model s konstantním objednávaným množstvím a variabilním intervalem doplňování zásob, viz obecný příklad na obr. 4 níže, kde se intervaly objednávání konstantního množství 3000 kg liší pro každou dodávku v závislosti na spotřebě materiálu (sklon přímek).



Obr. 4 Závislost množství materiálu na čase – konstantní objednávané množství a variabilní interval doplňování zásob

Myšlenka je pak jednoduchá: sklad musí mít dostatečnou kapacitu, aby byl připraven pojmout objednávané množství daného typu plechu. Jelikož firma nechce ani v novém skladu počítat s pojistnou a technologickou zásobou, bude navržená kapacita pro jednotlivé formáty přesně odpovídat objednávanému množství. Bude tedy nutné, aby v okamžiku dodávky byl aktuální stav zásob na skladu nulový, což vyžaduje přesnou koordinaci výrobních plánů a dodávek materiálu, která je však v moderních výrobních závodech v dnešní době již téměř nutností. Tok materiálu se v případě výroby z daného plechu ihned po dodání dá řešit i tak, že materiál nemusí vůbec projít skladem a může po vyložení z dopravního prostředku směřovat přímo na výrobní linku, pokud si to situace vyžaduje.

Pro zjednodušení manipulace s přivezeným materiálem se využívá jeho seskupování v tzv. manipulační jednotky. Manipulační jednotkou rozumíme *„jeden nebo více kusů materiálu, balených i nebalených, ložených volně na paletě nebo v kontejneru, svazkovaných nebo páskovaných, které tvoří objemově ucelenou jednotku (manipulační jednotku), s níž se manipuluje jako s jedním kusem.“* Vzhledem k faktu, že manipulace s plechy ve skladu je zajištěna čelním vysokozdvížným vozíkem s nosností 3,5 tuny, si společnost AGADOS nechává svazovat přístřihy plechů do svazků s maximální hmotností 3 tuny. Většina formátů, které jsou využívány ve výrobě, je dovážena ve svazcích o hmotnosti právě 3 tuny, některé méně používané formáty jsou však z praktických důvodů vázány do lehčích balíků vážících 400 kg až 2000 kg. Manipulační jednotkou ve skladu jsou tudíž svazky plechů o hmotnosti od 400 kg do 3000 kg dle materiálu a formátu plechu, při jejichž návrhu a během manipulace je nutné vycházet z normy ČSN 26 9030 Manipulační jednotky – Zásady pro tvorbu, bezpečnou manipulaci a skladování. U všech formátů plechu proto byla provedena kontrola, zda výška svazku nepřekračuje maximálních povolených 300 mm z důvodu bezpečnosti práce.

Z objednávkových listů za rok 2017 byla vyčtena typická objednávaná množství a počty svazků pro jednotlivé formáty plechů, viz tabulka 2 níže.

Tab. 2 Objednávaná množství a počty svazků pro jednotlivé formáty plechů.

Plechý DC01

Plechý S235JRC+N

Formát plechu	Objednávané množství [kg]	Počet svazků [ks]	Formát plechu	Objednávané množství [kg]	Počet svazků [ks]
0,8x1000x2000	600	1	3,0x1000x2000	3000	1
0,8x1250x2500	1000	1	3,0x1250x2500	6000	2
1,0x1000x2000	1500	1	3,0x1500x1620	3000	1
1,5x1000x2000	3000	1	3,0x1500x3000	3000	1
1,5x1500x1550	3000	1	4,0x1000x2000	3000	1
1,5x1500x3000	1500	1	4,0x1250x2000	6000	2
2,0x1000x2000	3000	1	4,0x1250x2500	9000	3
2,0x1250x2500	3000	1	4,0x1500x1630	3000	1
2,0x1500x1550	3000	1	4,0x1500x2550	3000	1
2,0x1500x3000	3000	1	4,0x1500x3000	3000	1
2,5x1100x2020	3000	1	5,0x1000x2000	3000	1
2,5x1300x2520	3000	1	5,0x1500x3000	400	1
2,5x1500x1620	3000	1	6,0x1000x2000	3000	1
2,5x1500x3000	3000	1	8,0x1000x2000	2000	1
3,0x1250x2500	500	1			

Plechý S355MC

Formát plechu	Objednávané množství [kg]	Počet svazků [ks]
4,0x1500x3000	3000	1

Ze spotřeby v roce 2017 byla pomocí předpokládaného růstu během 5 let (5% nárůst za každý rok) použitím vztahů 2.1 a 2.2 určena celková a denní odhadovaná spotřeba pro rok 2022. Na základě denní spotřeby byla provedena ABC analýza, kterou byly plechy rozděleny do skupin A, B a C, přičemž skupina A představuje 20 % nejčastěji používaných plechů, skupina B 40 % méně často upotřebovaných formátů a skupina C 40 % velmi málo využívaných plechů. Informace o celkové a denní odhadované spotřebě jednotlivých formátů plechu pro rok 2022 a rozdělení dle ABC analýzy (plechy A červeně, plechy B zeleně, plechy C modře) je uvedeno v tabulce 3 níže.

Tab. 3 Odhadovaná spotřeba plechů pro rok 2022 a rozdělení do skupin dle ABC analýzy.

Plechý DC01

Plechý S235JRC+N

Formát plechu	Spotřeba pro rok 2022 [kg]	Průměrná denní spotřeba [kg.den ⁻¹]	Formát plechu	Spotřeba pro rok 2022 [kg]	Průměrná denní spotřeba [kg.den ⁻¹]
0,8x1000x2000	2 225	8,90	3,0x1000x2000	110 618	442,47
0,8x1250x2500	3 585	14,34	3,0x1250x2500	136 935	547,74
1,0x1000x2000	3 574	14,30	3,0x1500x1620	62 706	250,83
1,5x1000x2000	5 305	21,22	3,0x1500x3000	28 883	115,53
1,5x1500x1550	7 504	30,02	4,0x1000x2000	32 604	130,42
1,5x1500x3000	7 078	28,31	4,0x1250x2000	80 981	323,93
2,0x1000x2000	42 770	171,08	4,0x1250x2500	225 951	903,81
2,0x1250x2500	31 368	125,47	4,0x1500x1630	42 281	169,13
2,0x1500x1550	17 731	70,93	4,0x1500x2550	91 356	365,43
2,0x1500x3000	21 328	85,31	4,0x1500x3000	122 945	491,78
2,5x1100x2020	11 045	44,18	5,0x1000x2000	32 154	128,62
2,5x1300x2520	36 780	147,12	5,0x1500x3000	3 444	13,78
2,5x1500x1620	10 324	41,30	6,0x1000x2000	8 508	34,03
2,5x1500x3000	36 793	147,17	8,0x1000x2000	8 368	33,47
3,0x1250x2500	2 900	11,60			

Plechý S355MC

Formát plechu	Spotřeba pro rok 2022 [kg]	Průměrná denní spotřeba [kg.den ⁻¹]
4,0x1500x3000	15 855	63,42

ABC analýza je důležitým nástrojem pro vyselektování nejčastěji používaných položek ve skladovém inventáři, jelikož je třeba je skladovat maximálně efektivně. Skladových položek je přesně 30, tudíž do skupiny A bylo vybráno 6 formátů plechu, do skupiny B 12 formátů a do skupiny C také 12 formátů. Málo používané svazky třídy C pak lze při skladování stohovat, jelikož se s nimi často nemanipuluje a tím pádem nevznikají významné ztráty při jejich přerovnávání.

Výsledkem výpočtu skladové kapacity jsou skladovaná množství jednotlivých formátů plechu, která jsou shodná s objednávanými množstvími uvedenými v tabulce 3 výše. Celková kapacita skladu je pak součtem hmotností všech skladových položek $Q = \sum Q_i = 88,5 \text{ t}$. Pro tuto kapacitu budou navrženy 2 varianty řešení: varianta A – konzolové regály a varianta B – automatický vertikální zakladač.

2.2 Návrh dispozičního řešení skladu: varianta A – konzolové regály [4], [17], [18], [19], [20]

Varianta A řešení skladu plechů budou stacionární přestavitelné konzolové regály (ukázka na obr. 5 níže). Tyto regály jsou sestaveny ze svislých IPE profilů (stojiny) a vodorovných IPE profilů (konzoly), které jsou přes navařené příruby spojeny se stojinami pomocí šroubů. Pevnost celého regálu je podpořena vodorovnými propojeními a zavětrovacími kříži.



Obr. 5 Konzolový regál [17]

Při návrhu konzolových regálů je nutné respektovat příslušné ČSN normy. Vychází se především z normy ČSN EN 15512 Ocelové statické systémy – Přestavitelné paletové regálové systémy – Zásady navrhování konstrukce. V souladu s touto normou byl vytvořen v roce 2000 výpočetní program pro společnost STOW ČR s.r.o. pro návrh a výpočet konzolových regálů, jehož aktuálnost byla v roce 2018 ověřena technickým oddělením společnosti NEDCON Bohemia, s.r.o.

Kalkulace konzolových regálů byla provedena pro skladovou kapacitu vypočítanou v kapitole 2.1 a příslušných podkapitolách. Před samotným návrhem regálu je nutné provést kategorizaci svazků plechu. Svazky byly rozděleny do 3 skupin na základě jejich šířky: 1000 mm, 1250 mm a 1500 mm. Těmto šířkám odpovídají konzoly stejných délek. Každý regálový sloupec bude obsahovat vždy konzoly stejné délky. Dále bylo při návrhu využito faktu, že na patové konzoly lze uložit větší množství materiálu než na ostatní, jelikož leží celou svou délkou na podlaze a tím pádem jsou zatěžovány pouze na tlak, a ne na ohyb, tudíž je možné na patě skladovat i 3 svazky o hmotnosti 3 tuny.

Během návrhu je nutné dbát na kontrolu mnoha parametrů. Pro každý regálový sloupec je potřeba zvolit dostatečný počet konzol, aby u nich vlivem zatížení nedošlo k většímu průhybu, než je povolen normou. Dalším úkolem je určit vhodnou osovou vzdálenost mezi konzolami, aby nedocházelo k velkému průhybu svazku plechů a všechny konzoly v regálové buňce byly zatěžovány rovnoměrně. Ideálním stavem je, že všechny plechy v regálovém sloupci mají stejnou délku. V takové situaci se pak osová vzdálenost zvolí jako polovina délky svazku, přičemž na obou stranách pak zbývá čtvrtina délky, tudíž jsou plechy namáhány ohybem pouze minimálně. V kalkulovaném případě však plechy stejné šířky mají různou délku, což bylo vyřešeno zvolením osové vzdálenosti odpovídající kompromisu mezi délkami

plechů, popřípadě uložení délkově atypických svazků na patu regálu. Je také samozřejmé, že výsledné rovnoměrné zatížení konzol závisí na přesnosti operátora manipulačního prostředku při ukládání svazků do regálu. Posledním parametrem, kterému se musí věnovat pozornost, je vzdálenost horní hrany skladovaného materiálu od spodní hrany konzoly následujícího patra. V praxi se pro tuto vůli uvažuje minimální hodnota 150 mm.

Na základě výše uvedených myšlenek a parametrů se určí počet pater v jednotlivých regálových sloupcích a minimální výška stojiny a následně se všechny údaje zadají do výpočetního programu, viz obr. 6 níže. Dalším krokem je volba rozměrů IPE profilů a optimalizace regálu. Navržený profil nesmí při zatížení překročit povolený průhyb a ohybové napětí v průřezu profilu. Jejich hodnoty lze snížit jak zvolením hrubějších profilů, tak přidáním další stojiny s konzolami do regálového sloupce.

KONZOLOVÉ REGÁLY CA-C *STATIC VER 002 ENG 16/1/00 PRICE VER 004 CES 16/7/01*

Print Var: Part: 16.05.2018

Výška mm Počet pater
 Počet polí Jednostr. (1), Dvoustr. (2)
 Vzdálenost osa-osa mm Zatížení na konzoli (Kg)
 Délka konzole mm Počet regálů
 Délka paty mm Nos na konzoli (ano=1)
 Vyjímátná zarážka (ano=1)

☒ CZECH
☐ ENGLISH
☐ GERMAN
☐ NL
☐ FRENCH

Material-Liste

Stojina IPE-profil Průhyb =
 Kontrola Průhyb = 14,80 max. = 18,5 mm OK
 Napětí = 178,91 max. = 235 N/mm2 OK

Konzole IPE-profil Průhyb =
 Kontrola Průhyb = 2,81 max. = 5 mm OK
 Napětí = 233,49 max. = 235 N/mm2 OK

Obr. 6 Ukázka výpočtu sloupce č. 1 konzolového regálu (tabulka 4 níže) ve výpočetním programu [19]

Po navolení všech parametrů a kontrolním výpočtu jednotlivých sloupců bylo určeno dispoziční řešení varianty A s konzolovými regály, viz výkres BP/3/V-A. Regál je složen ze 4 sloupců, jejichž parametry jsou uvedeny v tabulce 4 níže.

Tab. 4 Parametry konzolového regálu.

Sloupec č.	Délka konzoly [mm]	Výška stojiny [mm]	Počet pater [-]	IPE profil stojina [-]	IPE profil konzola [-]	Osová vzdálenost konzol [mm]	Nosnost na regálovou buňku [kg]
1	1000	3700	6	300	120	1000	3000
2	1250	4200	7	330	140	1175	3000
3	1500	3200	5	240	120	815	3000
4	1500	2700	4	270	160	815	3000

2.3 Návrh dispozičního řešení skladu: varianta B – automatický vertikální zakladač [15], [20], [21], [22], [23], [24], [25]

Variantou B řešení skladu plechů bude automatický vertikální zakladač (skladovací výtah dle ČSN EN 15878). Na českém trhu operuje několik společností zabývajících se vývojem a výrobou těchto zařízení, např. Modula, Kardex, STOPA či Baumalog. Pro tento konkrétní případ bylo vybráno řešení od společnosti Baumalog Sp. z o.o., která se specializuje na skladování objemných břemen a v současné době již u společnosti realizuje dodávku automatického vertikálního zakladače pro skladování hliníkových profilů.

Společnost Baumalog sídlí ve městě Błonie v Polsku. Jejím hlavním zaměřením je vývoj a výroba automatických vertikálních skladovacích systémů pro skladování objemných a těžkých břemen, jako jsou například kovové profily, trubky, plechy, nástroje a nástrojové hlavy či náhradní díly. Mezi řešení, která společnost nabízí, patří automatické sklady se systémem stacker-crane a automatické vertikální sklady MonoTower® (obr. 7) a TwinTower® (obr. 8), které jsou ideální pro skladování plechů.

Základem zařízení MonoTower® a TwinTower® je ocelová rámová konstrukce. Samotný zakladač můžeme rozdělit na několik sloupců: skladovací sloupce, ve kterých jsou nad sebou uloženy police s materiálem, a transportní sloupec, ve kterém se pohybuje vertikální extraktor, který vytahuje police ze skladovacího sloupce a dopravuje je do výdejní stanice, kde je materiál odebírán vysokozdvížným vozíkem, popřípadě jinou manipulační technikou. Rozdíl mezi oběma zařízeními je pouze v počtu skladovacích sloupců: MonoTower® se skládá z jednoho skladovacího a jednoho dopravního sloupce a TwinTower® ze dvou skladovacích a jednoho dopravního sloupce. Celý zakladač je řízen z dotykového displeje na ovládacím panelu s uživatelsky jednoduchým grafickým rozhraním, pomocí kterého lze provádět inventarizaci materiálu, přivolávat jednotlivé police nebo vyskladňovat materiál na základě jeho identifikačního čísla.

Kalkulace automatického vertikálního zakladače byla provedena pro skladovou kapacitu vypočítanou v kapitole 2.1 a příslušných podkapitolách. Celý její postup byl konzultován s technickým oddělením společnosti Baumalog.

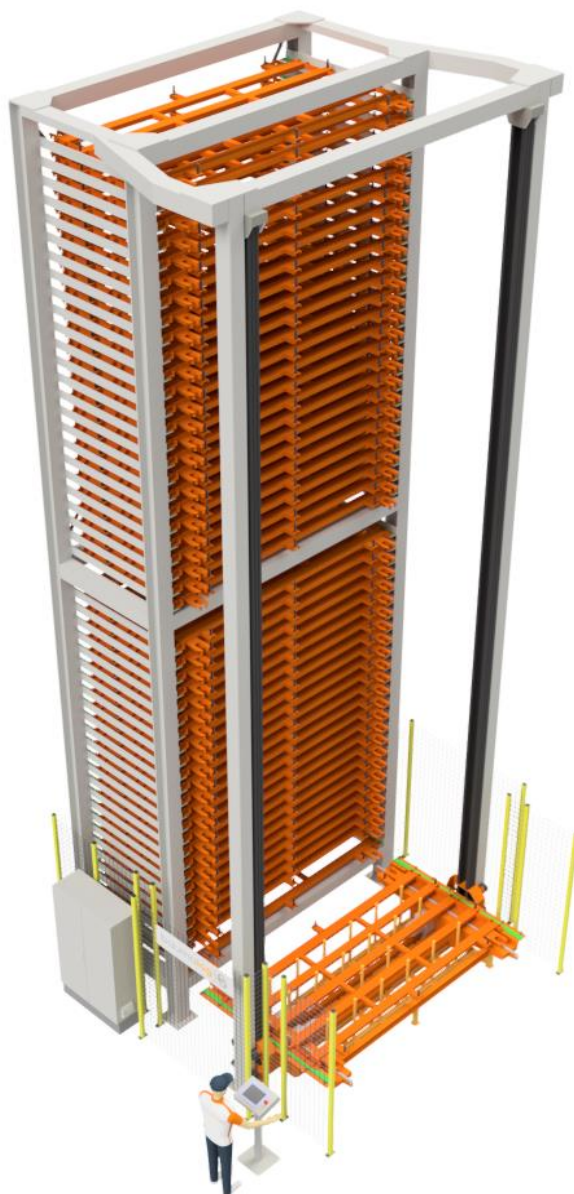


Obr. 7 Automatický vertikální zakladač MonoTower® [23]



Obr. 8 Automatický vertikální zakladač TwinTower® [24]

Navrženým řešením je automatický vertikální zakladač MonoTower® 3100x1550/3000/102 (obr. 9 níže). Zařízení se skládá z jednoho skladovacího a jednoho transportního sloupce, vertikálního extraktoru pro transport polic, ovládacího panelu, elektrického rozvaděče a ochranných prvků.



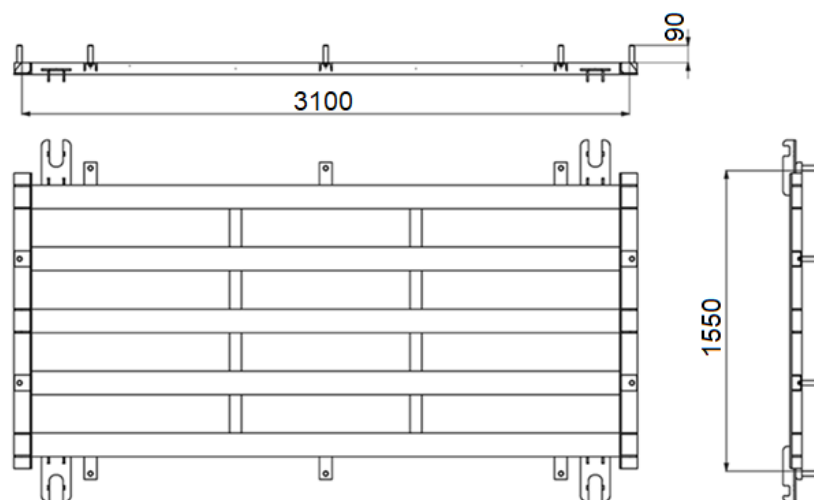
Obr. 9 Automatický vertikální zakladač MonoTower® 3100x1550/3000/102 [25]

Hlavním cílem při navrhování zakladače bylo umístění všech skladovaných plechů do jednoho sloupce s maximálním využitím světlé výšky haly, která činí 10500 mm. Dle normy ČSN 26 9030 Manipulační jednotky – Zásady pro tvorbu, bezpečnou manipulaci a skladování je nutné respektovat bezpečnostní mezeru 200 mm mezi horní hranou loženého materiálu (zde rámu zařízení) a spodní hranou střešní konstrukce, tudíž byla zvolena výška zakladače 10300 mm. Stejně jako u varianty A i zde bylo nutné přistoupit k určitým kompromisům: 6 lehčích svazků plechů kategorie C bylo umístěno na 2 společné police tak, aby zátěž na každou polici nepřekročila 3000 kg. Tímto seskupením méně používaných plechů na menší počet polic bylo umožněno uložit veškeré skladové zásoby do jednoho sloupce, čímž dojde ke značné úspoře pořizovacích nákladů zařízení, skladové plochy a k plnému využití výšky skladu. Technické parametry zakladače jsou uvedeny v tabulce 5 níže.

Tab. 5 Technické parametry automatického vertikálního zakladače MonoTower® 3100x1550/3000/102 [25].

Rozměry zařízení	Výška	10 300 mm
	Šířka	4 500 mm
	Hloubka	4 700 mm
Parametry police	Počet polic	30
	Šířka police	3 100 mm
	Hloubka police	1 550 mm
	Nosnost police	3 000 kg
Technické parametry	Celková nosnost zařízení	90 000 kg
	Hmotnost prázdného zařízení	cca 20 000 kg
	Celková hmotnost zařízení	cca 110 000 kg
	Min. požadovaná nosnost podlahy	5,0 MPa
	Vertikální rychlost extraktoru	0,26 m.s ⁻¹
	Horizontální rychlost extraktoru	0,15 m.s ⁻¹
	Výška výdejní stanice od podlahy	600 mm
	Řídicí systém	MS-10
	PLC	Beckhoff
	Elektrický příkon	15 kW
	Napájecí zdroj	400 V

Přestože se formáty jednotlivých skladovaných plechů liší, z tabulky 5 a obr. 9 je patrné, že zařízení pracuje pouze s jedním rozměrem polic. Z tohoto důvodu bylo nutné přizpůsobit návrh police tak, aby dokázal bezpečně uložit všechny formáty plechů od nejmenšího (2000 x 1000 mm) až po největší (3000 x 1500 mm). Výsledná navržená konstrukce je zobrazena na obr. 10 níže.



Obr. 10 Návrh police zakladače [25]

Dispoziční řešení varianty B a umístění automatického vertikálního zakladače v prostorech nové haly je znázorněno na výkrese BP/3/V-B.

3 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V technicko-ekonomickém zhodnocení budou porovnány varianty A a B dispozičního řešení skladu. Hlavními body srovnání budou úspory skladové plochy, technické možnosti, výhody a nevýhody obou skladovacích systémů a pořizovací náklady.

3.1 Technické zhodnocení [1], [4], [14], [25], [26], [27], [28], [29], [30]

Hlavními body technického zhodnocení budou srovnání výhod a nevýhod obou systémů, porovnání zastavěné a manipulační plochy skladu a využití světlé výšky skladu.

Zastavěná plocha pro konzolový regál byla určena z půdorysného výkresu varianty A, kde k rozměrům regálu byly přidány bezpečnostní mezery po stranách, manipulační plochu pak tvoří ulička o šířce 6000 mm, která je nutná pro bezpečné otáčení vysokozdvížného vozíku s největším formátem plechu, a délce celého skladu, tzn. 11500 mm.

Zastavěná plocha automatického vertikálního zakladače odpovídá rozměrům jeho půdorysu včetně bezpečnostních prvků (4500 x 4700 mm), manipulační plochou je pak prostor pro otáčení vozíku před zařízením o rozměrech 5500 x 6000 mm (pro efektivní otáčení vozíku při příjezdu do haly bylo zařízení umístěno 1000 mm od boční stěny, tzn. $1000 + 4500 = 5500 \text{ mm}$).

Vypočítané hodnoty zastavěné a manipulační plochy obou systémů a jejich srovnání je uvedeno v tabulce 6 níže.

Tab. 6 Srovnání zastavěné a manipulační plochy obou variant dispozičního řešení skladu.

	Varianta A – konzolový regál	Varianta B – automatický vertikální zakladač
Zastavěná plocha [m ²]	17	21,15
Manipulační plocha [m ²]	69	33
Celková plocha [m ²]	86	54,15

Z tabulky 6 lze vyčíst, že přestože automatický vertikální zakladač skladuje plechy v jednom sloupci a využívá celou dostupnou výšku skladu, jeho zastavěná plocha je větší než u konzolového regálu. Tento neočekávaný poměr je způsoben tím, že konzolový regál byl efektivně upraven a navržen pro uložení různých formátů plechů v různé širokých a dlouhých sloupcích, s využitím uložení atypických a méně používaných svazků na patní konzole, kdežto v zařízení Baumalog jsou všechny formáty plechu uloženy na stejně velkých policích. Kromě toho je také plocha zakladače navýšena přítomností dalších technických prvků, které jsou nutné pro provoz stroje, jako např. elektrický kabinet, ovládací panel, výdejní stanice, ochranné oplocení nebo optické bezpečnostní prvky.

Naopak velmi významnou úsporou u varianty B je snížená manipulační plocha 33 m² v porovnání s variantou A, kde je pro manipulaci nutné využít více než dvojnásobnou plochu, konkrétně 69 m². Šířka uličky je pro obě varianty stejná, jelikož bude použita stejná manipulační technika, konzolový regál však zabírá téměř celou šířku haly, tudíž u varianty A je druhým rozměrem manipulační plochy celá šířka haly, kdežto u varianty B je to pouze necelá polovina. Ušetřený prostor ve variantě B se tak dá využít k umístění dalších výrobních strojů a tím pádem navýšení produkce a zisku.

Při zhodnocení celkové potřebné plochy pak z údajů v tabulce 7 vyplývá, že varianta B v porovnání s variantou A nabízí asi 37% úsporu halové plochy. Kromě toho další nezanedbatelnou výhodou varianty B je plné využití dostupné výšky skladu (10300 mm), kdežto u varianty A nejvyšší sloupec regálu (4200 mm) využívá jen 41 % výšky skladu a průměrné využití výšky všech sloupců je pouhých 33,5 %.

Z hlediska technických vlastností obou variant skladování je předností konzolových regálů v porovnání s automatickým systémem jednoduchost jejich konstrukce a montáže. Regály lze díky jejich výškové přestavitelnosti upravovat dle potřeb a přizpůsobit je tak rozměrům skladovaného materiálu.

Ve všech ostatních technických aspektech však poskytuje větší množství výhod automatický vertikální zakladač. Velmi podstatnou přidanou hodnotou automatického systému je přítomnost senzorů, světelných závor a dalších prvků, které zajišťují bezpečnost zaměstnanců při práci. Světelné závory a závěsy jsou umístěny na všech místech zařízení, kde hrozí riziko poranění při zásahu do stroje během pohybu jakékoliv části zakladače. Při narušení těchto bezpečnostních prvků řídicí systém okamžitě zastaví celý stroj, aby nedošlo ke zranění operátora. Pouze až po odstranění všech interferujících předmětů lze uvést zařízení zpět do chodu.

Další z předností zakladače je při pokročilé automatizaci zredukování, popř. eliminace lidského faktoru. Při manipulaci s materiálem na základě identifikačních čísel, popřípadě čárových kódů, je jedinou samostatnou úlohou člověka v tomto procesu naskenování kódu (i tuto úlohu lze eliminovat odesláním příkazů do zakladače přímo z firemního řídicího systému). Během vyskladňování materiálu je operátorova práce kontrolována systémem, který má přehled o skladovaném materiálu a po potvrzení odebrání materiálu pomocí senzorů vždy přezkoumá, zda teoretické aktuální množství v systému odpovídá reálnému množství materiálu na polici. Pokud dojde ke shodě, systém запиše nové množství materiálu na dané polici do databáze, vrátí polici do skladovacího sloupce a pokračuje s vyskladňováním další objednávky. V případě, že teoretické a reálné údaje nesouhlasí, vypíše stroj v grafickém rozhraní na displeji chybovou hlášku a úkolem operátora je pak zkontrolovat, zda odebral správné množství materiálu.

Řídicí systém zakladače obsahuje kromě databáze se skladovanými položkami i celou řadu dalších užitečných funkcí, jako např. statistické funkce vyhodnocující tok materiálu zakladačem, frekvenci manipulace s jednotlivými policemi, efektivitu rozmístění materiálu v zařízení a návrhy na jeho optimalizaci. Dále obsahuje funkce pro kontrolu hladiny skladových zásob, které lze naprogramovat a synchronizovat s firemním ERP systémem (Enterprise Resource Planning, např. SAP, QAD nebo Microsoft Dynamics NAV) tak, že zakladač v případě překročení minimální skladové zásoby automaticky vygeneruje požadavek na doplnění zásob a odešle jej do ERP systému, popřípadě přímo dodavateli daného artiklu. Uživatelské rozhraní řídicího systému také umožňuje manipulaci s materiálem nejen na základě volání jednotlivých polic, tak i přímým voláním pomocí názvu, identifikačního čísla nebo čárového kódu materiálu. Operátor zařízení tak na rozdíl od klasických regálů nemusí vůbec vědět, na které polici se dané zboží nachází, zakladač si jej ve své databázi sám vyhledá a dopraví správnou polici s materiálem do výdejní stanice. Systém rovněž podporuje skladování materiálu FIFO (first in, first out = první dovnitř, první ven) a LIFO (last in, first out = poslední dovnitř, první ven). Za účelem zabezpečení skladovaného materiálu dokáže zařízení také na základě přihlašovacích údajů jednotlivých operátorů omezit přístup k určitým policím a zabezpečit tak zboží před neoprávněnou manipulací.

Velmi důležitou výhodou použití automatického zařízení je i úspora manipulačních časů. V konvenčním statickém regálovém systému platí pravidlo „člověk za materiálem“. Při manipulaci tedy obsluha s vozíkem musí přijet k jednomu ze skladovacích sloupců, musí zvednout vidlice do výšky dané skladovací buňky, naložit materiál, spustit vidlice opatrně zpět a odjet na místo určení. Přitom lze odebírat materiál pouze z určité bezpečné výšky, na kterou je dané manipulační zařízení konstruováno. V případě využití automatického vertikálního zakladače odpadá čas nutný na pohyb vidlice vozíku ve vertikálním směru, jelikož je veškerý materiál odebírán z jedné ergonomické výškové úrovně dle konstrukce výdejní stanice, která mimo jiné poskytuje optimální podmínky i pro manuální práci operátora

ve stoje a umožňuje tak maximalizovat jeho pracovní výkon. Zároveň dochází k dalším časovým úsporám, jelikož operátor nemusí jezdit po skladu a hledat danou regálovou buňku, ale vždy odebírá materiál z jednoho místa zakladače, který lze umístit na efektivní místo vzhledem k dopravním trasám a výrobním strojům.

Nejvýznamnější předností zakladače je při vyšším stupni automatizace nepřetržitý 24hodinový provoz a aplikace moderních procesů v rámci systému Průmysl 4.0. Při řízení manipulačních procesů pomocí ERP systému lze automatické vertikální zakladače integrovat s automatickými manipulačními prostředky, např. jeřáby, dopravníky, robotickými rukami nebo bezpilotními AGV (Automatic Guided Vehicle) vozíky, které mohou jednoduše provádět naskladňování a vyskladňování materiálu bez zásahu člověka díky tomu, že se police ve výdejní stanici vždy nachází na stejném, přesně definovaném místě, tudíž spárovaná manipulační technika může odebírat materiál bez jakýchkoliv chyb. Tento způsob manipulace lze dovést téměř k dokonalosti začleněním výrobních strojů do celého procesu. Zakladače od společnosti Baumalog jsou schopné integrace s laserovými řezačkami a dalšími výrobními stroji, což umožňuje transport skladovací police s materiálem ze zakladače pomocí pohyblivé výdejní stanice umístěné na kolejnicích přímo až k řezacímu stroji (obr. 11 níže). V tomto moderním systému výrobní zařízení přes pečlivě nadefinované mechanické rozhraní automaticky odebere materiál z police, nařeže jej a následně vrátí zpět na polici, která se stejnou cestou vrací zpět do zakladače.



Obr. 11 Integrace automatického vertikálního zakladače TwinTower® s laserovou řezačkou plechů Eagle [30]

Celý výše zmíněný proces může probíhat na základě automaticky generovaných příkazů a objednávek z řídicího systému ERP, které jsou pomocí firemní sítě přeposílány a sdíleny mezi řídicími systémy jednotlivých strojů a manipulačních prostředků. Výroba tak může probíhat bez jediného zásahu člověka a v časech, kdy v závodě nejsou přítomni žádní zaměstnanci. Tímto způsobem je kompletně eliminován lidský faktor ve výrobě, tudíž nedochází ke ztrátám v důsledku chyb při manipulaci, proměnlivého pracovního tempa zaměstnanců a výpadkům či zvýšeným nákladům, např. při onemocnění pracovníků.

Realizace takto komplexního výrobního systému a logistického procesu je dalším krokem ke zvýšení efektivity výroby, materiálového toku a samozřejmě zisku, na druhou stranu je však také spojena s velkými investicemi, několikaletým obdobím příprav a projektování, při kterém je nutná spolupráce týmu pracovníků ze všech oblastí firemní logistiky.

3.2 Ekonomické zhodnocení [1], [4], [19], [25]

Hlavním bodem ekonomického zhodnocení jsou pořizovací náklady obou systémů. Srovnání orientačních nákladů na nákup, včetně ceny dopravy a montáže, je uvedeno v tabulce 7 níže.

Tab. 7 Srovnání nákladů variant dispozičního řešení skladu.

	Varianta A – konzolový regál	Varianta B – automatický vertikální zakladač
Pořizovací náklady systému [Kč]	140 000	3 100 000
Náklady na dopravu [Kč]	12 000	30 000
Náklady na montáž [Kč]	7 000	50 000
Celkové náklady [Kč]	159 000	3 180 000

Z tabulky 7 je jasně patrný nepoměr ceny variant A a B, jelikož celkové pořizovací náklady automatického zakladače přibližně 20krát převyšují náklady na konzolové regály. Pokud bychom brali v úvahu pouze tento údaj, varianta A je daleko ekonomičtější řešením skladování. Vzhledem k technickým možnostem a výhodám automatického vertikálního zakladače, zmíněným v technickém zhodnocení v kapitole 3.1, je však nutné porovnávat oba systémy v širším úhlu pohledu, než jsou pouze pořizovací náklady. Zvýšenou cenu automatického systému kompenzuje jeho možnost zařazení do plně automatických moderních výrobních linek, ve kterých není potřeba přítomnost žádných zaměstnanců. Díky tomu během provozu skladu dochází ke značným úsporám na mzdách pracovníků, zvýšenému obratu díky zkráceným manipulačním časům a úspoře energií. Návratnost této investice pak závisí na počtu zaměstnanců, které daný systém nahradí, jejich hodinové mzdě, procentuálním navýšení produkce vlivem snížených výrobních časů a množství ušetřené energie.

4 ZÁVĚRY

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout sklad ve strojírenském podniku. Před vlastním návrhem byla provedena krátká rešerše zabývající se funkcemi skladu, řízením zásob a ABC analýzou.

Návrh skladu byl proveden na základě reálných dat poskytnutých společností AGADOS, spol. s.r.o. Ze spotřebovaného množství plechů za rok 2017 byla určena odhadovaná spotřeba pro rok 2022, pro kterou byl proveden výpočet skladovacích normativů jednotlivých formátů plechů, který však kvůli výrobní strategii a řízení zásob ve firmě nevedl k adekvátním výsledkům, tudíž byl v souladu s firemní logistikou zvolen přístup pomocí modelu zásobování s konstantním objednávaným množstvím a variabilním intervalem doplňování zásob. Podle typických objednávaných množství byly stanoveny manipulační jednotky pro jednotlivé formáty plechu a příslušné skladové kapacity.

Při návrhu dispozičního řešení skladu se vycházelo z již vyprojektované výrobní haly. Byly zpracovány 2 varianty řešení – varianta A s využitím konzolového regálu a varianta B s využitím automatického regálového zakladače. Konzolový regál byl navržen a zkontrolován pomocí výpočtového programu vytvořeného pro společnost STOW ČR s.r.o. Automatický regálový zakladač byl navržen na základě konzultací s technickým oddělením společnosti Baumalog Sp. z o.o. Dispoziční řešení obou variant je zobrazeno na přiložených výkresech.

V technicko-ekonomickém zhodnocení byly porovnány obě varianty řešení. Pořizovací náklady konzolového regálu byly odhadnuty na 159 000 Kč, v případě automatického vertikálního zakladače na 3 180 000 Kč. Nepoměr obou variant z ekonomického hlediska vyrovnává v případě automatického vertikálního zakladače 37% úspora skladovací plochy, zkrácení manipulačních časů, možnost komunikace s firemním ERP systémem a začlenění do plně automatizovaných výrobních linek, jejichž využití vede k navýšení výrobních kapacit a ke mzdovým úsporám. Kvůli těmto převládajícím technickým možnostem je tudíž výhodnější variantou investice do automatického vertikálního zakladače.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ [31], [32]

1. LAMBERT, Douglas M, Lisa M ELLRAM a James R STOCK. *Logistika: [příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží]*. Praha: Computer Press, 2000, 589 s. ISBN 80-7226-221-1.
2. SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 9788025125632.
3. Automatický sklad malých dílů. In: *Automatické skladovací systémy - skladové plánování - skladové poradenství: viastore SYSTEMS* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: https://www.viastore.cz/fileadmin/Mediendatenbank_DE/Images/SYSTEME/Kleinteile/lagersysteme_kleinteilelager_01.jpg
4. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 164 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
5. ŠVEC, Jakub. *Návrh skladu ve strojírenském podniku* [online]. Brno, 2016 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=132802. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce Ing. Marek Štroner, Ph.D.
6. Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. *Informace pro vaše podnikání - BusinessVize.cz* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>
7. O firmě, AGADOS, spol. s r.o. AGADOS, spol. s r.o. - *Přívěsy, přívěsné vozíky* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.agados.cz/o-firme>
8. Ocelové plechy a pásy válcované za studena. *ALFUN a.s.* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.alfun.cz/produkty/ocel/plechy-a-pasy-valcovane-za-studena>
9. Ploché výrobky válcované za tepla ze svařitelných jemnozrnných konstrukčních ocelí. In: *Bolzano* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/Ploche_vyrobky/MOP_EN10149TDP.pdf
10. Přehled vlastností oceli S235JR. In: *Bolzano* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: https://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP_%20Tycova_ocel/EN_10025/MOP_prehled_vlastnosti_S235JR.pdf
11. ZNAČKA OCELÍ DIN - EN - ČSN. *Úvodní stránka Salzgitter* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.salgitter.cz/index.php?page=33>
12. NORMY, ZNAČENÍ OCELÍ: Rozdělení a značení materiálů dle platných evropských norem a stávající ČSN normy. In: *Ústav materiálových věd a inženýrství, FSI VUT v Brně* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z:

http://ime.fme.vutbr.cz/images/umvi/vyuka/struktura_a_vlastnosti_materialu/cviceni/02-3SV-Normy%20PODKLADY.pdf

13. Projekt manipulace s materiálem: Manipulace s materiálem ve stříhárně plechů, v lisovně a v přidružených skladech (vstupní, mezioperační, výstupní). In: *Odbor technologie tváření ÚST FSI VUT Brno* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/img/cviceni/etm__technologicke_projekty_a_manipulace_s_materialem__manipulace_s_materialem__stroner.pdf
14. ZELENKA, Antonín. *Projektování výrobních procesů a systémů*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007, 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
15. ČSN 26 9030. *Manipulační jednotky - Zásady pro tvorbu, bezpečnou manipulaci a skladování*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
16. Hustota materiálů a látek. *Portál pro strojní konstruktéry* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/prakticka-informace/hustota-materialu-a-latek>
17. Konzolové regály. In: *Regály: regaly-proman.cz* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.regaly-proman.cz/userfiles/img/product/konzolove-regaly-first-img.jpg>
18. ČSN EN 15512. *Ocelové statické skladovací systémy - Přestavitelné paletové regálové systémy - Zásady navrhování konstrukce*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
19. STOW ČR. *Výpočetní program pro konzolové regály CA-C* [program]. 2000 [přístup 18. května 2018]. Program byl ověřen v roce 2018 technickým oddělením společnosti NEDCON Bohemia, s.r.o.
20. Katalog čelních vysokozdvížných vozíků. In: *Linde Material Handling: vysokozdvížné a nízkozdvížné vozíky, manipulační technika* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.linde-mh.cz/katalogove-listy/celni-vysokozdvizny-vozik-BR393-H25-35.pdf>
21. ČSN EN 15878. *Ocelové statické skladovací systémy - Termíny a definice*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
22. ABOUT US. *Baumalog - automatyczne systemy magazynowe: Automatyczne systemy magazynowe, składowanie blach prętów, profili, rur* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://baumalog.pl/about-us/>
23. MonoTower®. In: *Baumalog - automatyczne systemy magazynowe: Automatyczne systemy magazynowe, składowanie blach prętów, profili, rur* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://baumalog.pl/wp-content/uploads/2014/10/monotoweroferta2.jpg>
24. TwinTower®. In: *Baumalog - automatyczne systemy magazynowe: Automatyczne systemy magazynowe, składowanie blach prętów, profili, rur* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://baumalog.pl/wp-content/uploads/2014/10/Twin-Tower-m.jpg>
25. BAUMALOG SP. Z O.O. *Kalkulace MonoTower® 3100x1550/3000/102*. Błonie, 2018.

26. RUMÍŠEK, Pavel. *Technologické projekty*. Brno: VUT Brno, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.
27. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
28. ERP systémy a jejich výhody. *Podnikové informační systémy - ERP systémy - Vema a.s.* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.vema.cz/erp-systemy-a-jejich-vyhody/>
29. Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0 ?. *Automatizace.HW.cz: Elektronika v automatizaci* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>
30. Integrace zařízení TwinTower® s laserovou řezačkou Eagle. In: *Eagle Group* [online]. [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://eagle-group.eu/wp-content/uploads/2016/10/slajderrr-2.png>
31. CITACE PRO. *Generátor citací* [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://citace.lib.vutbr.cz/info>
32. KRČÁL, Martin a Zuzana TEPLÍKOVÁ. *Naučte (se) citovat*. Blansko: Citace.com, 2014, 156 s. ISBN 978-80-260-6074-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Legenda	Jednotka
A	Tažnost	[%]
c	Dodávková lhůta	[den]
KV	Nárazová práce	[kJ]
p _z	Pojistná zásoba	[den]
Q	Celková kapacita skladu	[t]
Q _i	Skladované množství daného materiálu	[kg]
Q _{mi}	Celková spotřeba daného materiálu za rok 2017	[kg]
Q _{si}	Celková odhadovaná spotřeba daného materiálu pro rok 2022	[kg]
q _{si}	Denní odhadovaná spotřeba daného materiálu pro rok 2022	[kg.den ⁻¹]
R _e	Mez kluzu	[MPa]
R _m	Mez pevnosti	[MPa]
t _z	Technologická zásoba	[den]
Z	Předpokládaný nárůst spotřeby během 5 let	[-]
	Den	[den]
	Koruna česká	[Kč]
	Kilogram	[kg]
	Kilogram za den	[kg.den ⁻¹]
	Kilojoule	[kJ]
	Kus	[ks]
	Kilowatt	[kW]
	Megapascal	[MPa]
	Metr	[m]
	Metr čtvereční	[m ²]
	Milimetr	[mm]
	Metr za sekundu	[m.s ⁻¹]
	Newton na milimetr čtvereční	[N.mm ⁻²]
	Tuna	[t]
	Volt	[V]
	Procento	[%]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Moderní automatický skladovací systém [3]	9
Obr. 2 Lorenzova křivka [5].....	12
Obr. 3 Sklad plechů ve společnosti AGADOS	13
Obr. 4 Závislost množství materiálu na čase – konstantní objednávané množství a variabilní interval doplňování zásob.....	17
Obr. 5 Konzolový regál [17]	21
Obr. 6 Ukázka výpočtu sloupce č. 1 konzolového regálu (tabulka 4 níže) ve výpočetním programu [19].....	22
Obr. 7 Automatický vertikální zakladač MonoTower® [23].....	23
Obr. 8 Automatický vertikální zakladač TwinTower® [24].....	23
Obr. 9 Automatický vertikální zakladač MonoTower® 3100x1550/3000/102 [25].....	24
Obr. 10 Návrh police zakladače [25]	25
Obr. 11 Integrace automatického vertikálního zakladače TwinTower® s laserovou řezačkou plechů Eagle [30]	28

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Spotřeba jednotlivých formátů plechů za rok 2017.	15
Tab. 2 Objednávaná množství a počty svazků pro jednotlivé formáty plechů.....	19
Tab. 3 Odhadovaná spotřeba plechů pro rok 2022 a rozdělení do skupin dle ABC analýzy..	20
Tab. 4 Parametry konzolového regálu.....	22
Tab. 5 Technické parametry automatického vertikálního zakladače MonoTower® 3100x1550/3000/102 [25].	25
Tab. 6 Srovnání zastavěné a manipulační plochy obou variant dispozičního řešení skladu...	26
Tab. 7 Srovnání nákladů variant dispozičního řešení skladu.	29

SEZNAM VÝKRESŮ

SKLAD PLECHŮ – VAR A
SKLAD PLECHŮ – VAR B

BP/3/V-A
BP/3/V-B